

**ГИДРОЛОГИЯ ИЛИМДЕРИ**  
**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**HYDROLOGICAL SCIENCES**

*Жолдошова Н.А., Фролова Г.П., Аскаралиев Б.О.*

**АБАНЫН ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫН ӨЗГӨРҮҮСҮНҮН ЫСЫК-КӨЛ  
БАСЕЙНИНИН ДАРЫЯЛАРЫНЫН АГЫМЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ**

*Жолдошова Н.А., Фролова Г.П., Аскаралиев Б.О.*

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА  
СТОК РЕК БАСЕЙНА ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ**

*N. Zholdoshova, G. Frolova, B. Askaraliev*

**INFLUENCE OF AIR TEMPERATURE CHANGE ON THE RUNOFF  
OF RIVERS OF THE ISSYK-KUL LAKE BASIN**

УДК: 551.506

*Ысык-Көл бассейни уникалдуу жаратылыш объектиси болуп саналат. Ысык-Көлгө куюлуучу дарыялардын режимин изилдөө жана мониторинг жүргүзүү менен бүткүл бассейндин туруктуулугу аныкталат. Биз төрт дарыяны тандап алдык: Каракол, Жужу, Чолпон-Ата жана Торун-Айгыр, бул бассейндер антропогендик басымда болууда. Дарыялардын бассейндери Тескей Ала-Тоонун түштүк капталында жана Күнгөй Ала-Тоонун түндүк капталында жайгашкан, бул бүткүл Ысык-Көл ойдуңунун тоолуу бөлүгүнүн жалпы климаттык шарттарын мүнөздөйт. Изилдөөнүн башталышы тандалган дарыялардын бассейн аймагынын сыпаттамасын түзүүгө жана узак мөөнөттүү контекстте абанын температурасынын өзгөрүшүнө талдоо жүргүзүүгө арналган. Ысык-Көлдүн ойдуңу батыштан чыгышка созулуп, тоолор менен чектелет. Тескей Ала-Тоонун түштүк тарабында, бийиктиги 5216 м (Каракол чокусу). Батышында бийиктиги 3500 мге, чыгышында 4500 мге чейин төмөндөйт.*

**Негизги сөздөр:** дарыялар бассейни, дарыянын эңкейиши, орточо бийиктиги, мөңгү аймагы, гидрологиялык күзөт, метеорологиялык маалыматтар, тренд сызыгы.

*Бассейн озера Иссyk-Куль является уникальным природным объектом. Устойчивость существования всего бассейна определяется изучением и мониторингом режима рек, впадающих в озеро Иссyk-Куль. Нами выбраны четыре реки: Каракол, Джужу, Чолпон-Ата и Торун-Айгыр, бассейны которых испытывают антропогенную нагрузку. Бассейны рек расположены на южном склоне Тескей Ала-Тоо и северном склоне Кунгей Ала-Тоо, что характеризует общие климатические условия горной части всего бассейна озера Иссyk-Куль. Начало исследований посвящено составлению описания территории бассейна выбранных рек, и анализу изменения температуры воздуха в многолетнем разрезе. Бассейн озера Иссyk-Куль, вытянутый с запада на восток и ограничен горами. На южной стороне Тескей Ала-Тоо, высота составляет 5216 м (пик Каракол). К западу высота снижается до 3500 м, а к востоку до 4500 м.*

**Ключевые слова:** бассейн реки, уклон реки, средневзвешенная высота, площадь оледенения, гидропост, метеорологические данные, линия тренда.

*The Issyk-Kul lake basin is a unique natural object. The sustainability of the existence of the entire basin is determined by the investigation and monitoring of the regime of rivers flowing into Lake Issyk-Kul. We have selected four rivers: Karakol, Dzhuuksu,*

*Cholpon-Ata and Toru-Aigyr, whose basins are under anthropogenic pressure. The river basins are located on the southern slope of Teskey Ala-Too and the northern slope of Kungei Ala-Too, it characterizes the general climatic conditions of the mountainous part of the entire Issyk-Kul lake basin. The beginning of the research is devoted to compiling a description of the basin territory of the selected rivers, and analyzing changes in air temperature over a long period. The Issyk-Kul lake basin is elongated from west to east and is bounded by mountains. On the southern side of Teskey Ala-Too, the height is 5216m (Karakol Peak). To the west, the height decreases to 3500 m, and to the east - to 4500 m.*

**Key word:** river basin, river slope, average height, glaciation area, hydrological station, meteorological data, trend line.

**Введение.** Бассейн озера Иссyk-Куль расположен в северной части территории Кыргызской Республики. Область расположена в поясе умеренных широт по соседству с пустынями. Озеро образуется в результате таяния снега на Тянь-Шане. С севера бассейн окаймляют хребты Кунгей Алатоо, с юга – Терскей Алатоо. Площадь всего бассейна 22080 тыс. м<sup>2</sup>. В озеро впадает до 120 рек и временных водотоков (Урумбаева, 2022). А по данным Справочного пособия «Всё об озере Иссyk-Куль», на приозерную равнину втекает 101 река, многие из которых, на северо-западном и северном побережье, теряются в конусах выноса и не достигают озера поверхностным путём [6]. Непосредственно в озеро впадает 56 рек и ручьев. В настоящее время из озера не вытекает ни одна река. Изрезанный горный рельеф водосборов рек, равнинные части предгорий и побережья, ветра, преобладающее направления которых в прибрежной зоне – восток-запад и запад-восток, создают своеобразный замкнутый климатический регион, характеризующийся, благодаря озеру Иссyk-Куль, мягким морским климатом у побережья и постепенно переходящим к континентальному в верховьях рек. Уровень осадков варьируется от 130 мм в районе города Балыкчы до 1000 мм на восточной границе с Казахстаном [1]. Крупнейшее горное озеро Азии Иссyk-Куль благодаря своему объёму (1738 куб. км) и площади зеркала (6236 кв. км)

является мощным климатообразующим фактором для всей котловины озера, создавая относительно стабильную и умеренную климатическую ситуацию, благоприятствующую ведению сельского хозяйства и развитию туризма [1]. Устойчивость существования всего бассейна определяется изучением и мониторингом режима рек, впадающих в озеро Иссык-Куль. В нашей работе, в качестве показательных нами выбраны четыре реки: Каракол, Джууку, Чолпон-Ата и Тору-Айгыр. В бассейнах рек наблюдается антропогенная нагрузка: населенные пункты, хозяйственная деятельность, туризм и отдых, что является существенным фактором экологической безопасности рек и в то же время необходимости за мониторингом речных вод. В гидрологическом отношении реки имеют удовлетворительную изученность (рис. 1). Несмотря на то, что реки Чолпон-Ата и Торуу-Айгыр не относятся к крупным рекам Иссык-Кульского бассейна, но наличие курортного города Чолпон-Ата диктуют особые условия для обеспечения экологии реки, так как водоснабжение города осуществляется речными водами. На территории бассейна реки Тору-Айгыр планируется строительство современного – умного города Асман. А это опять нагрузка на речные и подземные воды. В настоящее же время в средней части бассейна реки, на предгорной равнине, расположены сельско-

хозяйственные поля и в летнее время вода реки не доходит до озера Иссык-Куль, разбирается полностью на полив. В населенном пункте Тору-Айгыр, в низовье реки водоснабжение осуществляется только подземными водами.

**Материалы и методы исследования.** Привлеченные для работы заключаются в том, что в качестве исходной информации материала исследований составлено описание территории бассейна выбранных рек, использованы архивные данные о температуре воздуха Кыргызгидромета.

Река Каракол достаточно крупная река среди рек Иссык-Кульской котловины. Река Каракол – в верхнем течении – Кельтор, расположена в восточной части бассейна. Исток реки находится в ледниках хребта Терской-Алатоо с координатами  $78^{\circ}32'$  в.д. и  $42^{\circ}14'$  с.ш. В нижнем течении пересекает город Каракол. Впадает в залив Пржевальского восточной оконечности Иссык-Куля на высоте 1608 м над уровнем моря с координатами  $78^{\circ}18'$  в.д., и  $42^{\circ}34'$  с.ш. Водоснабжение части города осуществляется речными водами. На территории водосбора имеется крупная горнолыжная база, влияние работы которой в зимнее время года стоит учитывать при изучении зимнего режима реки Каракол. Также на реке имеется деривационная ГЭС, что делает реку значимой для экономики региона.



Рис. 1. Карта Иссык-Кульской котловины.

Река Джууку берет свое начало из горного ледникового озера южного склона Терской Алатоо на высоте 4000 м, с координатами  $77^{\circ}49'$  в.д. и  $41^{\circ}52'$  с.ш. Приняв на своем пути основные притоки Ашу-Кашкасуу и Джуукучак, Джууку становится многоводной и в долине разливается на несколько рукавов. В нижнем течении значительная часть ее вод распределяе-

тся по многочисленным каналам равнины. Джууку здесь сильно меандрирует и потоком шириной в 25 м с координатами  $77^{\circ}58'$  в.д. и  $42^{\circ}13'$  с.ш. впадает в оз. Иссык-Куль [3]. Бассейн реки Джууку славится тем, что на территории крупного притока реки Джуукучак имеют выход на поверхность термальные источники. В частном порядке здесь организована рекреационная

зона. В верхней части водосборной площади расположена деривационная мини ГЭС. Нижняя часть бассейна реки занята сельскохозяйственными полями, для орошения которых построен БСР, имеющий целью накапливать речную воду в летний период и по каналу подавать на поля. Для водоснабжения села Саруу, расположенного в нижнем течении реки Джууку, жители используют воду реки. По Проекту устойчивого развития сельского водоснабжения и санитарии (ПУРСВС), действующего на территории КР, в селе в настоящее время проведена уличная система водоснабжения.

Реки Чолпон-Ата (77°01' в.д., и 42°48' с.ш.) и Торайгыр (76°23' в.д., и 42°42' с.ш.) берут начало в осевой части северного склона хребта Кунгей Алатао. Поверхностный сток их частично теряется в рыхлообломочном материале, а остальная часть разбирается арычной сетью для орошения. Притоки у рек имеют протяженность до 1 км. На территории водосбора имеют выход источники подземных вод. Долины рек Торайгыр, Чолопон-Ата, при выходе из горной части, имеют обрывистые борта высотой до 20-30 м при ширине долины 20-50 м. По мере продвижения к предгорной равнине ширина долины увеличивается и достигает 300-400 м, высота борта при этом умень-

шается до 1-2 м. Следует отметить, что для населенных пунктов, расположенных в горных и подгорных районах, источниками водоснабжения являются родниковые и, частично, поверхностные воды из рек. Устье реки Чолпон-Ата имеет координаты 77°05' в.д., 42°38' с.ш. В черте города Чолпон-Ата воды в реке практически не бывает. Ее разбирают на полив и для целей водоснабжения выше гидропоста. Устье реки Торайгыр имеет координаты 76°25' в.д., 42°28' с.ш. В нижней части реки расположено село с одноименным названием.

На всех реках, принятых к изучению, имеются гидрологические посты. Наблюдения ведутся с 30-х годов прошлого столетия с небольшими перерывами. Основные гидрографические характеристики рек представлены в таблице 1.

Гидрологические посты находятся в удовлетворительном состоянии. Наблюдатели оснащены современными электронными приборами для измерения расхода воды, что значительно облегчает выполнение процесса измерения скоростей течения водного потока. Помимо основного гидрометрического поста на каждой из рек имеется свайный пост, наблюдения на котором ведутся в зимний период, в период ледовых образований в русле реки.

Таблица 1

Основные характеристики рек

Река, пост	Площадь бассейна, $F$ , км <sup>2</sup>	Средневзвеш. высота, $H_{ср}$ , м	Расстояние от истока до створа, км	Уклон реки, ‰		Оледенение, %	Тип питания реки	Период наблюдений, годы
				средн.	средневзвеш.			
Джууку – устье р. Джуукучак	516	3290	49	42	41	10	ледниково-снеговой	1937... 2022
Каракол – устье р. Кашкасу	394	3520	28	58	52	18	ледниково-снеговой	1930... 2022
Чолпоната – свх. Чолпоната	111	3300	18	140	140	10	ледниково-снеговой	1933... 2019
Торайгыр – устье р. Кызыл Булак, в 0,4 км от устья	126	2580	16	96	92	1	снеговой	1941... 2022

Наблюдения за метеоданными проводятся непосредственно на метеоплощадках, расположенных на расстоянии в пределах 100 м от гидропоста. Эти данные вместе с гидрологическими передаются в Гидрометеорологическую службу. В работе нами принят метод статистического анализа метеорологических данных наблюдений.

**Результаты исследования.** Основаны на анализе многолетних метеорологических данных по четырем метеорологическим станциям. Следует отметить, что метеорологические станции расположены в пред-

горной и долиненной частях бассейнов выбранных нами рек, что должно сказаться на результатах наших исследований.

Данные о метеостанциях приведены в таблице 2. Целью привлечения данных по метеостанциям было определение наличия климатических изменений в бассейнах выбранных рек, что позволит в наших дальнейших исследованиях определить взаимосвязь температурных изменений и гидрологического режима выбранных нами рек. И по возможности обобщить для всего бассейна озера Иссык-Куль.

Метеорологические станции и их расположение

Станция	Высота, м	Координаты (широта, долгота)	Период работы	Расположение
1. Чолпон-Ата	1645	42° 65' 77° 10'	1960-2019	Северная центральная часть Иссyk-Кульской котловины
2. Иссyk-Куль	1660	42° 47' 76° 18'	1885-2019	Западная часть Иссyk-Кульской котловины
3. Каракол	1716	42° 13' 75° 44'	1913-1999, 2007-2019	Восточная часть Иссyk-Кульской котловины
4. Кызыл-Суу	1769	42° 35' 78° 35'	1958-1999	Южная центральная часть Иссyk-Кульской котловины

Для климатической оценки нами взяты данные среднемесячных и среднегодовых температур на выше указанных метеостанциях за промежутки с 1900 по 2019 гг. [4]. На их основе рассчитали линейные тренды годовых температур. Результаты обработки данных приведены на рисунке 2 по метеостанции Чолпон-Ата.

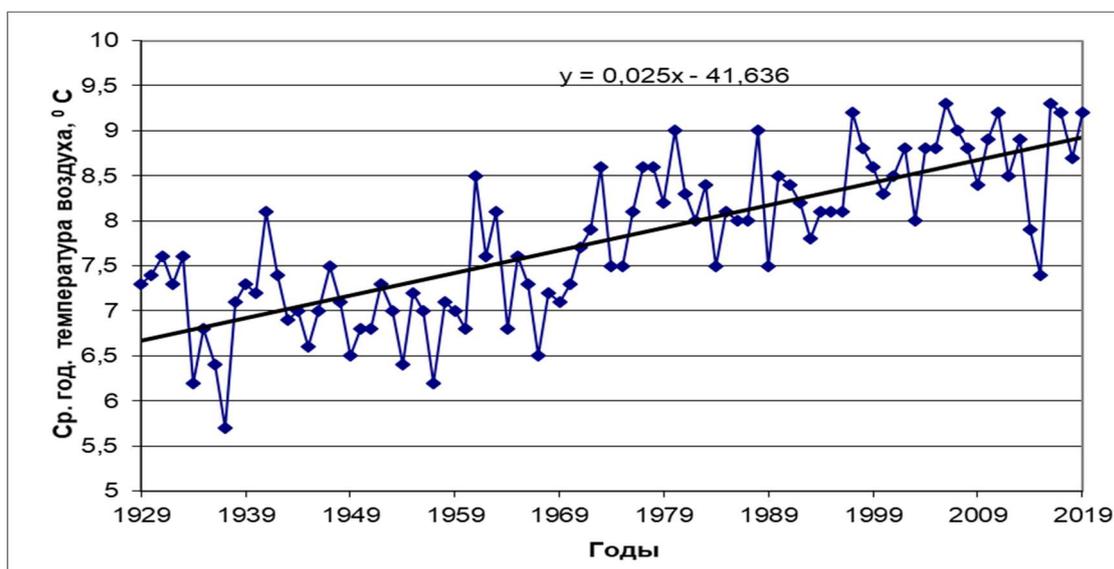


Рис. 2. Изменение средних годовых температур воздуха на МС Чолпон-Ата.

Результаты анализа изменения температуры воздуха по метеостанциям приведен в таблице 3.

Изменение среднегодовой температуры воздуха за исследуемый период

МС	месяцы												Ср. год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Чолпон-Ата	2,62	1,76	2,28	1,55	0,87	1,41	1,53	2,1	2,94	3,25	3,18	3,17	2,22
Иссyk-Куль	2,00	1,6	2,26	1,74	0,83	1,38	1,48	2,09	2,86	3,25	2,99	3,2	2,14
Каракол	2,5	1,6	1,94	1,42	0,78	1,37	1,45	2,01	2,7	3,52	3,01	3,19	2,12
Кызыл-Суу	2,00	1,7	2,2	1,63	0,78	1,41	1,56	2,01	2,61	3,45	2,99	3,15	2,12

**Дискуссия.** Анализ данных показывает, что увеличение температуры воздуха было зафиксировано на всех метеостанциях. Наибольшее изменение зафиксировано на станции Чолпон-Ата. Учитывая месторасположение станций, следует отметить, что на температуру воздуха оказывает влияние направление господствующих ветров, для которых характерно сезонное изменение силы и направления ветра, и высота

расположения станции. Метеостанция Чолпон-Ата расположена в средней части северного побережья озера Иссyk-Куль, где влияние ветров наименьшее, вследствие чего и температуры воздуха здесь имеют большую величину. Диаграммы вычисленных среднемесячных значений тренда температуры, зафиксированной на метеостанциях Чолпон-Ата, Иссyk-Куль, Каракол, Кызыл-Суу приведены на рисунке 3.

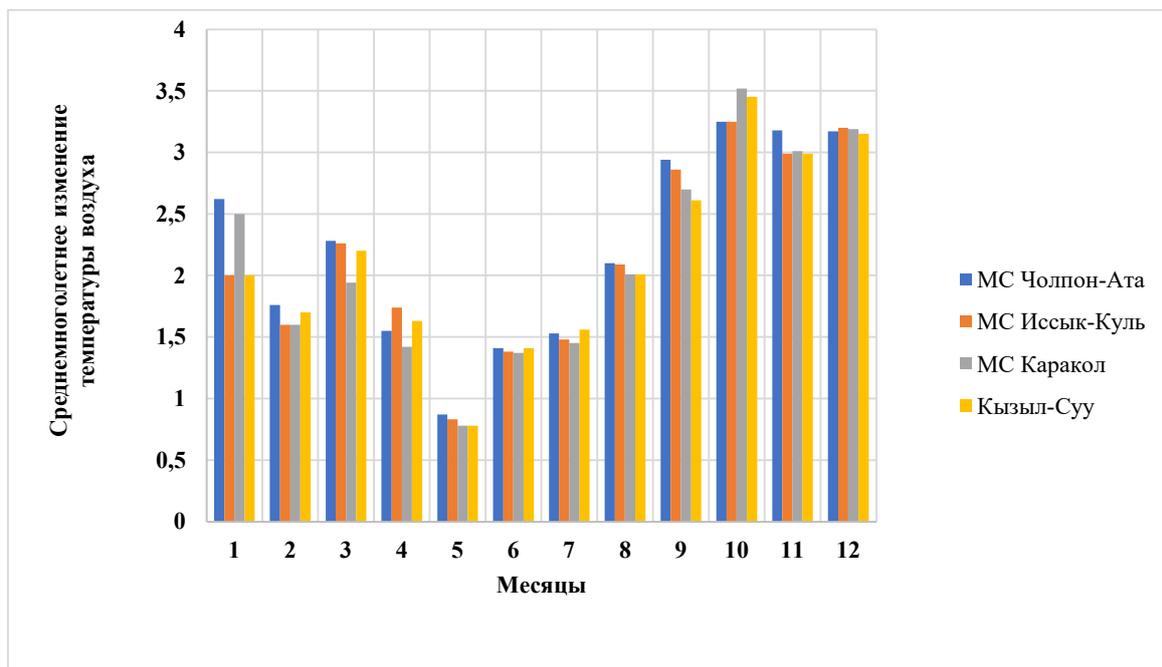


Рис. 3. Диаграммы изменения трендов среднесуточных температур воздуха.

**Выводы.** Полученные данные температуры воздуха за многолетний период показали, что изменение температуры воздуха внутри года произошло в зимние и осенние месяцы, наибольшие изменения наблюдаются с сентября по декабрь месяцы. Наименее подвержена изменению температура погоды в мае месяце. В общем, по всем МС изменение температурного режима воздуха происходило синхронно. Такие изменения могут быть объяснены только изменением климата на изучаемой территории.

Полученные результаты по режиму температуры воздуха будут нами использованы при исследовании гидрологического режима рек выбранных бассейнов и влияния на реки антропогенной нагрузки.

#### Литература:

1. Бажанова Л.В. Оценка гидрологического мониторинга и восстановление стока рек методом парной корреляции / Л. В.Бажанова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2018. – № 3. – С. 134-140. – EDN UZDYJY.
2. Водные и гидроэнергетические ресурсы Кыргызстана в условиях изменения климата. - Б.: 2022. - 400 с. ISBN 978-9967-12-932-0
3. Государственный водный кадастр. Многолетний данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том XI. Кыргызская ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 450 с.
4. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. - Бишкек: Илим, 2006. - 276с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР Том 14 Средняя Азия выпуск 2 Бассейны оз. Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим. Л., Гидрометеиздат. 1973. - 309 с.
6. Романовский В.В., Маматканов Д.М., Кузьмиченок В.А., Подрезов О. Всё об озере Иссык-Куль. - Б., 2014. - 444 с.
7. Стрижанцева О.М., Момуналиев Р.К. Проявление климатических изменений в Таласском гидрологическом бассейне / О.М. Стрижанцева, Р.К. Момуналиев. // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2021. – № 4. – С. 135-140. – DOI 10.26104/NNTIK.2019.45.557. – EDN CBHSVV
8. Токторова Р.А., Бектурсун уулу Д., Мамбетова М.Н. Агроклиматические условия Иссык-Кульской долины. / Известия ВУЗов Кыргызстана. 2022. №. 3. С. 45-47